第9講

⑶　気体の計算

①変化がない場合

何も変化が起こってない場合，または比較する対象がない場合は状態方程式に数値を代入して，知りたいものを導くしかない。

例題　27℃，1.0×10^5 Pa で1.0 molのN_2の体積は何Lか。　解：25 L

②物理的変化がある場合

気体の置かれた環境に変化がある場合，すなわち物理的変化がある場合には，変わらないものに注目して立式していく。また，環境の異なる気体どうしは比較するときにも有効である。

例題　5.0 Lの容器にN_2が27℃，1.0×10^5 Pa で入っている。327℃に変えると圧力は何Paになるか。　解：2.0×10^5 Pa

〈参考〉：nとTが一定の場合→$P \propto V^{-1}$（ボイルの法則）
nとPが一定の場合→$V \propto T$（シャルルの法則）
PとTが一定の場合→一定体積中に含まれる気体の粒子数nは，気体の種類によらず一定。
すなわち$V \propto n$（アボガドロの法則）

③化学的変化がある場合

気体が化学変化を起こした場合には，化学反応式を書き，反応前，変化量，反応後がわかる表をつくっていく。

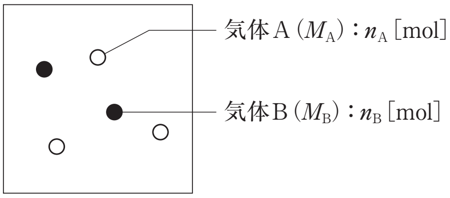
例題　5.0 Lの容器にCH_4 3.0 kPa，O_2 8.0 kPaでいれ，燃焼させた。このとき，反応後の容器の圧力は何kPaになるか。ただし，H_2Oはすべて液体とし，反応前後で温度は変化しないものとする。　解：5.0 kPa

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　混合気体

　一番身近な気体である空気は，主に窒素や酸素からなる混合気体である。このような混合気体をとらえていくときには，構成している気体ごと（空気なら窒素と酸素）にわけて考えていく。このとき，何に注目して気体をわけていくのかが鍵となる。

(1)　平均分子量



混合気体の場合，分子量は平均分子量で表す。

$$\overline{M} = M_A \times \frac{n_A}{n_A + n_B} + M_B \times \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

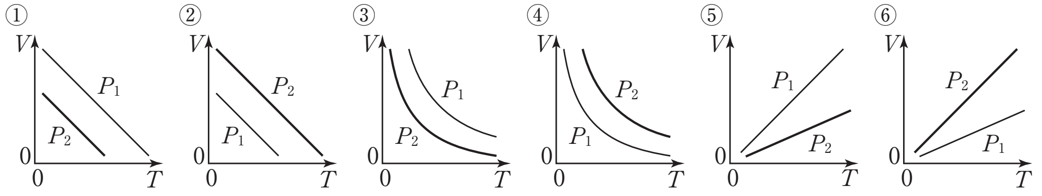
例題　メタンとプロパンの混合気体の密度は，同温同圧のアルゴンの0.8倍である。混合気体のメタンとプロパンの体積比はいくらか。　**解**：3：4

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第9講　演習問題

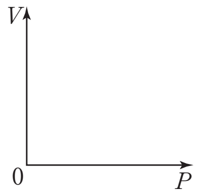
2

〔Ⅰ〕　一定質量の理想気体の圧力PをP_1またはP_2に保ったまま，温度Tを変化させる。このときの気体の温度Tと体積Vとの関係を表すグラフとして，最も適当なものを次の①～⑥の中から一つ選べ。ただし，$P_1 > P_2$とする。

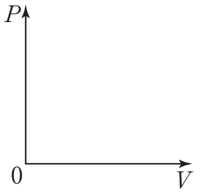


〔Ⅱ〕　理想気体を密閉容器に入れ，次の(1)(2)の操作を行った場合についての圧力Pと体積Vの関係をグラフで示せ。

(1)　Pを一定にしてTをあげたのち，Tを一定にしてPを増加させる。



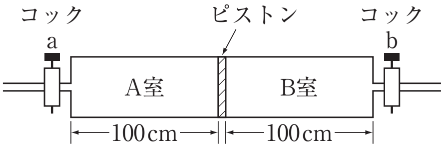
(2)　Vを一定にしてTをあげたのち，Tを一定にしてVを減少させる。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　次の文章を読み，問１～問４に答えよ。ただし，気体定数は8.3×10^3 Pa・L/(mol・K)とする。

27℃，1.0×10^5 Paの大気中に，図のような両端にコックがついた断面積100 cm^{2}の円筒容器がおかれている。容器中には抵抗なく移動できるピストンが備えられており，Ａ室とＢ室とに分けられている。



Ａ室とＢ室の容積をそれぞれV_A, V_Bとする。ピストンおよび円筒容器は他室に熱を伝えない。コックと円筒容器との間の体積は無視できるものとする。

はじめコックa，コックbはともに開いており，ピストンは中央にある。この状態から操作1～3を行った。

操作１：27℃においてコックbを閉め，コックaからＡ室にあらかじめ入っている空気を逃さないようにして0.080 molの水素をゆっくりと吹き込んだ後，コックaを閉じた。

操作２：次に，Ａ室を27℃に保ったまま，Ｂ室を加熱してピストンを中央に戻した。

操作３：その後，Ａ室内で点火して気体を完全燃焼させた。燃焼後，Ａ室とＢ室の温度を27℃に戻した。

空気の体積百分率は酸素20%，窒素80%とする。また，27℃における水の蒸気圧および水(液体)の体積はともに無視できるものとする。

問１　操作１の後のＡ室とＢ室の容積比V_A/V_Bはいくらか。有効数字２桁で答えよ。

問２　操作２の後のＢ室の温度は何℃か。最も近い値をa)～e)から一つ選べ。

a)　32　　b)　47　　c)　65　　d)　80　　e)　87

問３　操作３の後のＡ室の状態として正しいものをa)～g)からすべて選べ。該当する選択肢がない場合は，zとせよ。

a)　水素が残っている。　　b)　水素は残っていない。

c)　酸素が残っている。　　d)　酸素は残っていない。

e)　気体の総物質量は燃焼前に比べて増加した。

f)　気体の総物質量は燃焼前に比べて減少した。

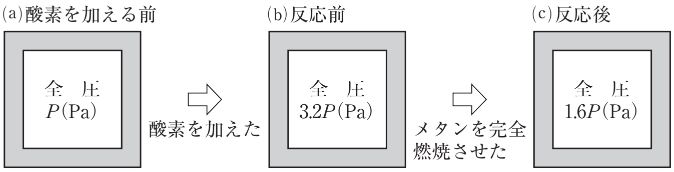
g)　気体の総物質量は燃焼前と変わらない。

問４　操作３の後のＡ室とＢ室の容積比V_A/V_Bはいくらか。有効数字２桁で答えよ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第9講　確認テスト

1　次の文を読んで，(1)～(4)に適切な式を選べ。



容器の容積は0.60Lで，各全圧は27℃での値とする。

図1

混合気体X中のメタンと窒素の組成を調べるために，以下の実験を行った。

まず，真空状態にした容器(容積0.60L一定)に混合気体Xを入れて密閉し，容器の温度を27℃にした。そのときの容器内の気体の全圧はP(Pa)であった(図1(a))。さらに，容器の温度を27℃に保ちながら，容器内に酸素を4.4×10^{-2}mol加えたところ，容器内の気体の全圧は$3.2P$(Pa)になった(図2(b))。

次に，容器内のメタンと酸素を反応させ，メタンを完全燃焼させた。燃焼によって，メタンは完全に消費された。反応後，容器の温度を27℃にしたときの容器内の気体の全圧は$1.6P$(Pa)になった(図1(c))。このとき，メタンの燃焼によって生成した水はすべて凝縮して液体になり，その体積は容器の体積に比べて非常に小さく，無視できるものとする。

以上のことから，27℃における容器内の各気体の分圧を考えてみよう。容器内の窒素の分圧は実験を通して［(1)］(Pa)であり，反応後の容器内(図1(c))の酸素の分圧は［(2)］(Pa)である。また，酸素を加える前(図1(a))と反応前の容器(図1(b))のメタンの分圧と，反応後の容器内(図1(c))の二酸化炭素の分圧はいずれも［(3)］(Pa)である。さらに，混合気体X中のメタンと窒素の物質量比は［(4)］であることがわかる。

(1)の解答群；㋐　$0.1P$　㋑　$0.2P$　㋒　$0.3P$　㋓　$0.4P$

(2)の解答群；㋐　$0.5P$　㋑　$0.6P$　㋒　$0.8P$　㋓　P

(3)の解答群；㋐　$0.8P$　㋑　P　㋒　$1.2P$　㋓　$1.4P$

(4)の解答群；㋐　1：4　㋑　2：3　㋒　3：2　㋓　4：1

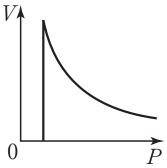
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　演習問題

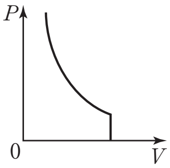
2

〔Ⅰ〕 ⑥

〔Ⅱ〕 (1)



(2)



3

問１　1.2

問２　e

問３　b，c，f

問４　0.90

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第9講　確認テスト

1　(1) ㋑　(2) ㋑　(3) ㋐　(4) ㋓

【解説】

酸素 4.4×10^{-2} mol に相当する圧力が，$3.2P - P = 2.2P$ である。

メタンの分圧を x(Pa) とすると，

	CH_4	＋	$2O_2$	⟶	CO_2	＋	$2H_2O$	(N_2)	計
反応前	x		$2.2P$		0		0	$P - x$	$3.2P$
変化量	$-x$		$-2x$		$+x$		$+2x$	0	
反応後	0		$2.2P - 2x$		x		~~$2x$~~ 液体	$P - x$	$3.2P - 2x$

これより，$3.2P - 2x = 1.6P$ となり，$x = 0.8P$

以上より，窒素の分圧は，$P - 0.8P =$ $\boxed{0.2P}$ (Pa)

酸素の分圧は，$2.2P - 2 \times 0.8P =$ $\boxed{0.6P}$ (Pa)

反応前のメタン，反応後の二酸化炭素は，$\boxed{0.8P}$ (Pa)

メタンと窒素の物質量比は分圧比と一致するため，

$0.8P : (P - 0.8P) =$ $\boxed{4 : 1}$ となる。